٢٢



جمعية المهندسين الملكية المصرية

« تاسست فى ٣ ديسمبر سنة ١٩٢٠ »

ومعتمدة بمرسوم ملكى بتاريخ ١١ دسمبر سنة ١٩٢٢

﴿ النشرة الثامنة للسنة الخامسة ﴾

٦١

محاضرة

خلاصة ابحاثى

﴿ لحضرة فريد بك بولاد ﴾

« القيت بجمعية المهندسين الملكية المصريه »

فى ٣٠ يناير سنة ١٩٢٥

الجمعية ليست مسئولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية يجب ان يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود (شيني) ويرسل برسمها صندوق البريد رقم ٧٥١ بمصر .

نبذة تاريخية فى الطرق الرسمية (الجرافيكية)

لحسابات مقاومة المواد وتوازن الانشاءات(١)

« موضوع المحاضرة »

الغرض من هذه المحاضرة ملخص تاريخ القواعد والطرق الهندسية التخطيطية (الجرافيكية) المستعملة فى الاستاتيكا الرسمية ومقاومة المواد وتوازن الانشاءات وتقديم الطرق الرسمية لحسابات مقاومة المواد التى نشرناها خلال الواحد وعشرين سنة الاخيرة فى عدة مجلات هندسية فرنسية وملخص جلسات اكاديميه العلوم بباريس. والمؤتمرات العلمية التى عقدت فى الهافر وستراسبرج ومونبلنيه وفى مجلتى المجموعات السنوية للرياضيات والانشاءات الكبارى والجسور وغيرها .

لا يخفى ان المباحث الهندسية التى قام بهـا العالم العظيم مونج مؤسس المجمع العلمى المصرى وواضع علم الهندسة الوصفية هى الحجر الاساسى للطرق التخطيطية الشائع تطبيقها فى فن الانشاءات حيث تؤدى خدمات جليلة

---

(١) استخرجنا المعلومات الموجوده في هذه المذكرة من بعض مؤلفات في مقامة المواد والاستاتيكا الرسمية والحساب التخططى ومن المحاضرة التى القيناها بالفرنسية في المجمع العلمى المصرى سنة ١٩٠٩ ونشرت في مجلة هذا المجمع لتلك السنة ومن المباحث في هذه المواد التي نشرناها فى عدة مجلات هندسية ورياضية باوروبا

أن أول تطبيقات عمليـة منظمة للطرق المذكورة فى حساب الاعضاء المتنوعة للانشاءات وضعها العلماء الفرنسيون وفى مقدمتهم بونسيليه مخترع هندسة المساقط وسنت جيلهم وميرى والكبتن ميشون فى يدريسه بكلية متزسنة ١٨٤٣

ان تقدم الهندسة العالية فى منتصف القرن التاسع عشر سهل على الكبتن ميشون الانتفاع بقواعدها فى تطبيقات علم الاستاتيكا التخطيطية النظرية . وبهذا يمكننا اعتباره أول من تدخل فى نطاق هذا العلم النفيس . ومع ذلك فقد ظهرت مجموعة فى بطرسبرج سنة ١٨٢٦ فى الوقت الذى كان فيه المهندسان الفرنسيان لامى وكلابيرون متصلين بحكومة الروسية شهد فيها بأن هذين العالمين هما أول من وضع الطرق التخطيطية المنتظمة في الاستاتيكا الرسمية . وقد عمل هذا البيان المنظم باستخدام بعض نظريات اساسية يرجع تاريخ معرفتها الى زمن قديم مثل مضلع القوى لفارينيون والمضلع الحبلى ولم يكن يتصور احد ان هذه النظريات ستكون ذات شأن عظيم فى استخدامها فى هذا الفرع

ولـكن بونسيليه ذلك الرجل العظيم قد حل باستعماله الطرق التخطيطية بعض مسائل فى الميكانيكا وكان اول من لاحظ ان الحساب التخطيطى اسرع واسهل كثيرا من الحساب التحليلى والرقمى ولا يمكن ان يقارن مطلقا بما يلقاه الانسان من التعب فى حل مثل هذه المسائل حسابيا

ومع ذلك فان درجـة تقريبية تكفى عمليا لما يحتاج اليه طائفة

المهندسين وأمكن العالم كوسينيرى مهندس الكبارى والجسور أن يجمع مع ماتركه مواطنوه فى هـذه المباحث فى نفس المادة وان يضعها فى كتاب سماه الحساب بالخطوط الذى ظهر في باريس سنة ١٨٤٠ وهو أول مجموعة من نوعها

وقد عملت قبل مجىء العالم السويسرى كلمن مباحث غير هذه فى انجلترا سنة ١٨٥٠ الى سنة ١٨٧٠ بواسطة تيار الرسام ورانكين المهندس وكلارك مكسويل الرياضى وقد اعطوا جميعا حلولا واضحة فى عدة مسائل متنوعة فى علم الاستاتيكا ولكن جميع هذه المباحث مع النظريات التى وضعها العلماء الفرنسيون لم تكن الا لتظهر النظريات الاساسية فقط التى تصلح أن تكون اساسا لعلم جديد بقى للاستاذ كلمن لان يكون مؤسسه

وبالفعل أمكن كلمن العالم العظيم أثناء القاءه محاضراته بمدرسة الهندسة بزوريخ ان يجمع أعمال من سبقوه ويتبحر فيها وقد انتفع بأعمال الرياضى الايطالى العظيم كريمونا وكون سنة ١٨٦٤ علما مستقلا متجانسا وهو الاستاتيكا الرسمية الذى لايجهل اسمه اليوم أحد من المهندسين الفنيين . ومع ذلك فان كلمن يتشرف بالاعتراف بجميل من سبقوه ويحفظ لكوسينيرى والكبتن ميشون الاولية في هذا البحث

ولذلك يمكن اعتبار كوسنيرى الاول لانه أبتدأ بحثه سنة ١٨٣٩ ووضع المبادىء العمومية فى علم الحساب التخطيطى . ويليه الكبتن ميشون الذى وضع سنة ١٨٤٣ أول تطبيق مباشر لخواص مضلع القوى والمضلع الحبلى فى البحث عن توازن العقود والحيطان الساندة

ولكن أول تطبيق لمضلع القوى والمضلع الحبلى فى ايجاد عزم الانحناء فى عتب حز مرتكز على طرفين ظهر لكلمن وبريس فى وقت واحد سنة ١٨٧٧ وجاء بعد كلمن جمله علماء مهر وكريمونا وونكلر وفرنكيل وفافارو وملابرسلو وويرولك وكيكلان وموريس ليفى وريتر وادى وماسو وكاميل جيدى وريزال ودوكان وبرتران دى فونتيلان وتجامان مايور ويليسه وغيرهم وبعملهم الظاهر حسنوا النظريات الاستاتيكية التخطيطية وكونوا نطاقا واسع الارجاء فى هذا تطبيقات هذا العلم وقد أفادهؤلاء العلماء مقاولى الاشغال بادخالهم الاستاتيكا الرسمية فى الانشاءات العملية العادية حيث تؤدى الآن من الخدمات مالا يمكن حصره ولكن مع انهم توسعوا كثيرا فى الاستاتيكا التخطيطية حتى أصبحت طريقة سريعة وسهلة وواضحة الا انه لم يزال مضلع القوى لفارينون والمضلع الحبلى والاشكال العكسية للمسيو كريمونا والطرق التخطيطية لاجراء التكامل للمسيو ماسو هى أساس ذلك العلم

والآن اعرض على مسامع حضراتكم بعضا من الطرق التخطيطية الحديثة فى حسابات مقاومة المواد التى اكتشفها احد اعضاء جمعية المهندسين المصرية أثناء تادية درس وحسابات تقوية انشاء الكبارى الكبيرة للسكك الحديدية التى على النيل وتطبيقها على حسابات تلك الكبارى وقد ظهرت فى المجلات التى سنذكرها بعد

أولا — طريقة انشاء المنحنيات بواسطة المقاييس الدوالية وتطبيق القاعدة المونوغرافية للنقط التى على استقامة واحدة للمسيو دوكان (١)

(1) La méthode des points alignés de M. d'Ocagne

فى حساب الاعتاب والاقواس والكبارى المعلقة الخ . يقابل الانسان عددا عظيما من المنحنيات المعرفة بالمعادلات ذات العوامل المتغيرة مثل خطوط التاثير المختلفة فى الاعتاب المستمرة والاقواس والمنحنيات المبينة لجهود القص والنهاية الكبرى لعزوم الانحناء فى الاعتاب المستمرة والاقواس تحت تاثير احمال منتظمة متغيرة التوزيع والمنحنيات المرنة الحادثة تحت تاثير احمال متحركة على تلك الاعتاب والاقواس والمنحنيات المبينة لعزوم الانحناء فى الاعتاب والكبارى المعلقة ذات والطبليات الصلبة ولانشاء بعض هذه المنحنيات تطبق اساليب طويلة ليس استخدامها عمليا

وقد عمل بعض المؤلفين بعد جهد متعب استغرق زمنا طويلا جدا جدا ولا عديدة الغرض منها تسهيل رسم خطوط التاثير لحالات خاصة فى الاعتاب المستمرة ذات الفتحات المتساوية وللاقواس وعلى العموم فان الانشاء التخطيطى للمنحنيات المعرفة بمادلات من الدرجات العالية يحتاج عمليا الى حساب طويل متعب امكنا ان نستغنى عنه حديثا بواسطة الطريقة التخطيطية السابق ذكرها .

وقد وضعنا تطبيقات منظمة لهذه الطريقة فى ثلاث مذكرات أولها « المعنون تطبيق نظرية النقط التى على استقامة واحدة فى تخطيط القطع الكافى من اى درجة » الذى نشر فى مجلة المجموعات السنوية لانشاءات الكبارى والجسور (١) الخاصة بوزارة الاشغال بفرنسا سنة ١٩٠٦ صحيفة ٢٥٥

---

(1) *Annales des Ponts et Chaussées.*

هذه المذكرة تتعلق بالمذكرتين اللتين نشرناهما فى نفس المجلة سنة ١٩٠٣ صحيفة ١٠٠ وسنة ١٩٠٥ صحيفة ١٦٥ تحت عنوان (تخطيط هندسى للقطع المكافىء من الدرجة الثالثة وتطبيقاتها على الخطوط التأثير فى الاعتاب المستمرة وتخطيط القطع المكافىء من الدرجة الرابعة وتطبيقه على خطوط التأثير للاقواس المنخفضة وعلى المنحنيات البيانية للنهاية العظمى لجهود القص التى تحدث فى الاعتاب المستمرة تحت تأثير الاحمال الثابتة مع الاحمال المتحركة المنتظمة المتغيرة التوزيع.

هاتان المذكرتان الاخيرتان ومذكرتنا المعنوية « طريقة هندسية حديثة لايجاد الجهود فى الاعتاب المستقيمة على الفتحات المستمرة » التى نشرناها فى مجلة الجنى سيفيل سنة ٩٠٤ كان الغرض منها التقدير الآتى من المرحوم المسيو ريزال الاستاذ الشهير لعلم الكبارى المعدنية ومقارنة المواد بمدرسة الكبارى والجسور ورئيس المجلس الفنى العالى بوزارة الاشغال بفرنسا ان استعمال طريقة خطوط التأثير فى درس الاعتاب المستمرة والاقواس والكبارى المعلقة الصلبة الخ لا يستغنى عنها كلما اريد الحصول بدقة تامة على النهاية العظمى للجهود الناشئة عن حمل غير منتظم التوزيع ولكن المهندسين يقفون حيارى امام الحسابات الطويلة المتعبة التى تعترض هذه الطريقة وكثيرا ما تنتهى معادلات القطاعات المكافئة من الدرجتين الثالثة والرابعة عملية توقيع هذه المنحنيات تحتاج الى عمليات عددية متعبة للغاية وقد

---

(1) Genie Civil

تغلب فريد بولاد المهندس على هذه الصعوبة فقد نشر فى مجلة الكبارى والجسور سنة ١٩٠٣ وسنة ١٩٠٥ مذكرتين قيمتين بين فيهما ما استنبطه من الطرق التططيطية المتقنة البسيطة المبنية على المعلومات الجديدة في المقاييس المكانئة لانشاء المنحنيات المكانئة ذات الدرجة العالية وستكون هذه الانشاءات ذات شأن عظيم فى مساعدة المهندسين الرياضيين لتسهيل مهمتهم

وقد نشر المهندس فريد بولاد فى مجلة الجينى سيفيل بتاريخ ٣ اكتوبر سنة ١٩٠٤ عملية هندسية بسيطة مؤسسة على معلومات عن المركز الثابت لكل عقدة وعلى اقطاب الناظر للمراكز المتعلق بالمعلومات المتوالية التى تعين بسرعة وسهولة مقادير عزوم الانحناء على نقط الارتكاز وقد ظهر هذا التقدير في سنة ١٩٠٦ فى مجلة جمعية المهندسين لانشاءات المدنية المتخرجين من مدرسة الكبارى والجسور . وكذلك بخصوص الانتشار التى صادفته طريقة النقط ذات الاستقامة الواحدة بالتطبيق الحديث السابق الذكر فان مسيو دوكانى استاذ علمى الحساب الجرافيكى والتمرجرافيكى بمدرسة الكبارى والجسور ومدرسة المهندسخانة بباريس عبر عن ذلك بالجمل الآتية فى مقالاته الثلاثة التالية :

أولا — طريقة جرافيكية فى الرياضيات التطبيقية فى المجلة العلمية ريفى ديمورا ١٩ مايو سنة ١٩٠٦ ان القطع المستقيمة اللوغارتمية ليست كل ماله الفضل فيما يعتمد عليه المهندس المنوط بالحساب الجرافيكى بمواصلة اتساع العمل . وبخصوص حساب عتب الكبارى المعدنية فان فريد بولاد المهندس بالسكة الحديد المصرية قد استخرج حديثا بابا

هاما فى القطاعات المتكافئية ذات الدرجات المختلفة وليس هنالك شك فى ان هذا يوصل الى اكتشافات جديدة لمن يتبع افكاره

ثانياً — بخصوص تطبيق الطريقة الجرافيكية فى فن الحساب

(المجلة العلمية ٣ ابريل سنة ١٩٠٧ صحيفه ٤٥٢)

دعنا نسجل للان كلمة من بين كثير مما عرف فى اساليب الحساب التخطيطى مشابهة لما سبق ولكنها تتبع بيان الاعداد بقطع مستقيمة ليس طولها مناسباً لمقاديرها ولكنه مرتبط بدوال معينة جارى استعمالها مثل اللوغارتم (مقاس لوغارتمى) أو القوى الصحيحة (مقياس تكافىء) وقد انبع المسيو مهمك ابحاثا مفيدة على استعمال المقياس اللوغارتمى فى الحساب الجرافيكى . وفريد بولاد المهندس لحسن الحظ قد استخدم المقاييس الكافئة فى تطبيقات مفيده لحساب مقاومة المواد

ثالثــاً — النجاح الحديث للطريقة النوموجرافية للنقط ذات الاستقامة الواحدة

(المجلة العمومية للعلوم النظرية والتطبيقية ٣٠ مايو » سنة ١٩٠٧ صحيفة ٣٩٥) الحساب الجرافيكى العمومى — يجمل ان نذكر انه بادخال طريقة النقط ذات الاستقامة الواحدة فى مسائل معينة داخلة فى نطاق الحساب الجرافيكى العمومى فان فريد بولاد المهندس بالسكة الحديد المصرية قد توصل الى حلول متواترة فى العمل لمسائل تدخل كل يوم فى دراسة مقاومة الكبارى» وقد عرض كل ما سبق على جامعة السوربون وعلى مدرسة الكبارى والجسور وأدخله المسيو

دوكانى فى كتاب الحساب الجرافيكى والنمرجرافيكى(١) ص ١٧٢ و٢٨٥ ومدون أيضاً فى دائرة العلوم الرياضية (الحساب العددى)(٢) ص ٣٢٨و٣٣٦و٣٤٦

ان طريقة خطوط التأثير هى من أهم المسائل المستعملة فى حسابات الكبارى نظراً لكونها هى الطريقة الوحيدة التى يحصل منها على معلومات صحيحة عندما تستخدم فى تعين النتائج الحادثة من مرور أى حمل كان مثل قطار سكة حديد على انشاء صناعى. وتطبيقها فى حالة خطوط التأثير التجاربية الخاصة بقطار يحدث لنا فائدة كبرى بالنسبة الى تحقيق مقاومة الكبارى

وذلك لان جهاز الانحناء فى حالة تسجيله لانحناء الحاصل فى عتب معدنى يوجد لنا بالدقة على ورق مربعات نفس خطوط التاثير التى نحن بصددها

من هذا قد وجدت واسطة للسيطرة المباشرة لنكشف بها ما عسى يحدث من النتائج التجاربية على احد الكبارى ويتحقق ذلك بمقابلة خط بتأثير النظرى بالتجارب

ومما سبق نرى الاهمية التى حررناها بعمل الابحاث التى ترشدنا الى الانشاء الجرافيكى لهذه الخطوط. وتلك الابحاث هى التى أرشدتنا الى نطاق جديد من تطبيق المقاييس الدولية فى القاعدة النمرجرافية النقط ذات الاستقامة الواحدة لاجل انشاء المنحنيات على وجه العموم

1, *Calul Grnphique ef Nomographie par M' d'Ocagne*

2, *Encyclqepie des Sciences Mathernatiques pures et appliquées (Calculs nuvreriques par M d'Ocague)*

ويصح ان نلاحظ ان المميز الرئيسي لطريقة انشاء المنحنيات الجديدة هذه وهو تمييز النقط المطلوبة مستقلة احداها عن الاخرى بطريقة سريعة وقيمة باستعمال مقاييس تخطيطية دوالية تسمى مقترفة

وهذه المقاييس تتركب من عناصر هندسية مكونة من مجموعة نقط مقابلة غالبا الى عوامل اتفاقية

وتطبيق قاعدة النقط ذات الاستقامة الواحدة على نمرغرام مكون بعدد معين من تلك المقاييس ومقياش تصورى ذو منحنى ارتكاز المنحنى المراد رسمه يتعين موقع وأطوال تلك المقاييس بمعلومية عوامل متغيرة مستمرة فى المعادلة البيانية للمنحنى الموجود تحت الاعتبار

ثانياً — (طريقة الاشكال المتناظرة للمضلعات الحبلية)

عمت الفكرة بان المضلعات الحبلية التي افادت علم الاستاتيكا الجرافيكية هى الطريقة الوحيدة التى يجب تطبيقها بدون تردد كتركيب مجموعة قوى والحصول على عزمها وتعين جهود الانحناء المختلفة والتى تحدث فى اعضاء الانشاءات

ومن البديهى ان نهضة علم الحساب التخطيطى باختراع المسيو دوكانى طريقته المستحسنة للنقط ذات الاستقامة الواحدة يجب ان تسرى الى علم الاستاتيكا التخطيطية

وحقيقة ان تلك الطريقة التى خلقت من تطبيق قانون التثنية فى علم النمرجرافيا مهدت لنا السبيل فى حساب الكبارى العملى لتخيل نوع جديد من المضلعات باجراء تحويل مزدوج فى علم الاستاتيكا يشابه الذى استعمله المسيو دوكانى فى اختراعه علم (النموجرافيا)

وقد اشار المسيو جوبيل الى هذه الفكره فى مذكرته التى نشرت فى

مجلة الكبارى والجسور سنة ١٩٠٧ بخصوص كتاب المسيو ذوكانى في الحساب التخطيطى والنموجرافيا)

اما تلك الاشكال الحديثة فهى مبينة فى مذكرة عنوانها (المضلعات المتناظره وتطبيقتها) التى نشرناها فى مجلة المجموعات الرياضية السنوية سنة ١٩٠٧(١) وبها نهتدى الى اسلوب حديث فى علم الاستاتيكا الجرافيكية يمكننا من حل المسائل الاكثر تداولا فى علم مقاومة المواد. وتوازن الانشاءات بطريقة في غاية من السهولة ويختلف تماما عن طريقة المضلعات الحبلية وقد بيننا بهذه المذكرة بعض التطبيقات التى تظهر فوائد الاشكال المذكوة وأفضلية استعمالها فى حالة الحسابات التخطيطة المستعملة وبذا تجنب الخطا الذى كثيرا ما ينشأ من رسم موازيات للاشعة القطبية المعروفة فى المضلعات الحبلية العادية

ثالثا — (نظرية هندسية فى انحناء القطع المضغوطة)

ان مسالة انحناء القطع المضغوطة هى معضلة فى علم مقاومة المواد والحلول التى وصل اليها حتى الآن هى حلول تحليلية محض مبينة على معادلات تفاضلية والحلول النظرية الموضحة فى كتب علم مقاومة المواد مؤسسة على القانون التقريبي الخاص بنصف قطر الانحناء وهو $\frac{1}{\text{ىو}} = \frac{\text{ء}^{2}\text{ص}}{\text{ء س}^{2}}$ وهذا يؤدى الى المعادلة التفاضلية $\frac{\text{ء}^{2}\text{ص}}{\text{ء س}^{2}} = \frac{\text{عج}}{\text{ى عق}}$ فى حالة التغييرات الصغيرة فى الشكل وهذا الحل يفرض معرفة حساب التكامل الذى لا يدرس عادة الا فى مدارس الهندسة العالية وليسانسية العلوم واذا رجعنا الى استنباط معادلة اويلر من القانون التقريبي المذكور

1 Nouvelles Annales de Mathématiques

أعلاه وجدناه يعطى حلا غير مقنع و يعتبر غير مألوف فى الرياضة ولم تصبح هـذه المسألة جلية الا بمساعده التحليل المعتد الذى أوجده « لاجرانج » وهو أول من برهن على صحة معادلة « أويلر » في مذكرته المشهورة عن أشكال الاعمده — وبالمثل برهن أيضا بعض كبار المهندسين بطريقة تحليلية مضبوطة أنه فى حالة تقدير القيمة النهائية لمجهود الضغط يمكن استعمال المعادلة التفاضلية التقريبية المذكورة أعلاه

وأما الآن فان الحلول الهندسية التى تؤدى للحساب التخطيطى تفسر من نفسها وتدريسها آخذ فى الانتشار أكثر فأكثر. ولما كانت هذه الحلول مبنية على الميكانيكا الاولية والهندسة التى نستعمل فى فى حـل مسائل مقاومة المواد وتوازن المنشآت فضلها المعماريون والمهندسون والمنشؤن على الحلول التفاضلية والتكاملية هذا وقد ظهر لنا أنه من الفائدة ادخال نظرية هندسية فى القطع المضغوطة فى الرسالة التى نشرناها فى سنة ١٩٠٣ عنوانها النظرية المذكورة

« نظرية هندسية فى أنحاء القطع المضغوطة » تشمل

١ حلين هندسين مختلفين لحـالات الانحناء القليلة فى القطع المضغوطة التى أطرافها ذات مفصلات وأحد هذين الحلين مبنى على خاصة معروفة جدا وهى ان خط المرن يأخذ شكل المضلع الحبلى لحمل يتوزع كمساحة شكل العزوم

٢ مباحث هندسية فى موضوع الانحناءات الظاهرة للقطع المضغوطة

٣ وضع بعض خواص هندسية المنحنيات ذات الانثناء القليل مثل محور قطعة مضغوطة طرفها بمفصلات بعد انحنائها

٤ تطبقات لهذه الخواص على حلول الثلاثة الاحوال الاساسية الآتية لقطعة مضغوطة ومباحث فى الانحناءات الظاهرة المتعلقة بهذه الاحوال .

أولا — أحد الطرفين مثبت والآخر حر

ثانياً — الطرفين مثبتين

ثالثا — أحد الطرفين مثبت والآخر ذو مفصلة

عرض هذه النظرية الاستاذ « بابيه » فى تدريسه بجامعة الفنون والمصانع بباريس وكان الغرض منها المذكرة الآتية التى نشرت فى مجلة (الجينى سيفيل) سنة ١٩٠٤

ان النظريات الحالية للقطع المستقيمة المضغوطة هى تحليلية وصرف وكلها متعلقة بالمعادلات التفاضلية والفضل للمهندس فريد بولاد فى تكملة كتب المقاومات الخاصة بالمعماريين ومهندسى المبانى الذين يفضلون درس المسائل المعروضة فى هذه الكتب بغير دخل لعلمى التفاضل والتكامل باضافة نظريته الهندسية للقطع المستقيمة المضغوطة . وقد أورد المؤلف بحثه المؤسس على الاصول الاولية للهندسة حلين مختلفين لكل من حالات انحناء هذه القطع مهما كان مقدارها عظيما وطبق على القطع المضغوطة الخواص الهندسية الاساسية للمضلعات الجبلية

(رابعاً)	{	انشاءات هندسية على نصف قطر الدوران لمساحة مستوية بالنسبة لاتجاهها

نشرنا هذه الانشاءات فى المجموعة الدورية لانشاءات الكبارى والجسور لسنة ١٩٠٥ بواسطتها يمكن تقدير نصف قطر الدوران بالنسبة

بالمساحة مستويه فى أي اتجاه مباشرة بطريقة سهلة باستعمال دائرتين مابلتين للمساحة المستوية المذكورة

فتكون مقادير انصاف أقطار الدوران مبينة بالاجزاء المحصورة محيطى الدائرتين في الاشعة المارة بنقطة ثابتة على الدائرة الداخلية

(خامساً) { طرق تخطيطية لحل المعادلات التى من الدرجة الاولى والمتعددة المجاهيل }

كثيرا ما يصادف فى حساب الاعتاب المستمرة والاعتاب والاقواس الشبكية التى يتعذر تعيين بعض قيم جهودها بالاستاتيكا ما ئل تحتاج لحل معادلات خطية ولذا أجرينا مباحث فى الحل التخطيطى لتلك المعادلات

واليك الاساليب التى توصلنا اليها

١ — أربع طرق تخطيطية مختلفة لحل المعادلات المذكورة (حقوق طبعها محفوظة) ودرجت فى كتاب المسيو « دوكانى » المعونة «ا» الحساب التخطيطى والنموغرافى ص ٣٩ و ٤٠ و ٥٥ — ٥٨) وتختص اثنان من هذه الطرق الاربعة لحذف تخطيطى للمجاهيل وتعتبران متقاربتين لطريقة المسيو (فندبرج) والثالثة لحل المعادلات بواسطة رسم حزم من الاشعة

والرابعة تعتبر مناظرة لطريقة المسيو ماسو

٢ — نشرنا فى مجلة المجموعات السنوية للرياضات فى شهر يوليه

سنة ١٩٠٧ مذكرة عنوانها الحل التخطيطى للمعادلات التى من الدرجة

الاولى وتشمل طريقتين مختلفين

احداهما باستعمال حزم من الاشعة القطبية التى تختصر طريقة ماسو بدرجة عظيمة

والاخرى باستعمال المستقيمات المزدوجة وبها يمكن حذف المجاهيل نموغرافيا وقد ذكر الاستاذ جلد زهر كل الطرقة السابقة فى المجلة الألمانية للرياضيات والطبيعيات للاستاذين «مهمك» «رونتجه» لشهر ديسمبر سنة ١٩١٢

وكذلك وردت فى ملخص جلسات جمعية أدنبرج الرياضية سنة ١٩٠٧ وسنة ١٩٠٨

قد القينا فى مؤتمر الهافر الذى عقد فى سنة ١٩١٤ تحت اشراف الجمعية الفرنسية لتقدم العلوم محاضرة عنوانها (طرق حديثة) لحذف المجاهيل تخطيط فى مجموعة معادلات من الدرجة الاولى. ونشرت فى جلسات هذا المؤتمر وقد عرضنا أربع طرق مختلفة

الاولى : بواسطة المضلعات المقفلة المرسومة على مجموعة مستقيمات متوازية

الثانية : بواسطة تطبيق قاعدة الخطوط المزدوجة

الثالثة : بواسطة مجموعة دوائر متقاطعة فى نقطة واحدة

الرابعة . بواسطة اسقاط مضلع على ثلاثة محاور اياكانت

وقد نشرت مذكرة فى جريدة الدنيا ٣١ يوليو سنة ١٩١٤ بخصوص هذه المحاضرة واليك تعريبها

« الجمعية الفرنسية لتقدم العلوم »

اما عن اشغال اقسام المؤتمر فاننا نذكر ما قام به فريد بولاد المهندس بالحكومة المصرية الذى قدم رسالتين قيمتين اوردفيها طرق تخطيطية لحذف عدة مجاهيل من مجموعة معادلات من الدرجة الاولى

وقد قدم بالتفصيل تطبيقات مختلفة لنظرية فى الانتقالات المزدوجة المرنة للاعتاب الممتدة التى كانت زبدة كتاب غاية من الاهمية قدمه المسيو آبل لمجمع العلوم فى جلسة ١٣ يوليو سنة ١٩١٤ وبين فيه أهمية النظريات السامية فى الكبارى المعدنية للمهندسين المنشئين وان المهندس فريد بولاد الذى كان عضوا فى اجتماعاتنا فى ليل هو مؤلف عدة نشرات قيمه فى الرياضيات وتطبيقها على العلوم الهندسيه نشرت فى مجلتى مجموعات السنويه لرياضيات وانشاءات الكبارى الجسور وفى مجلة الجمعيه الرياضيه الفرنسيه بالسربون

(سادسا) مباحث فى الحسابات التخطيطية للاعتاب المستمر قدمنا فى سنة ١٩١٤ لاكاديمية العلوم بباريس مذكرة عنوانها نظرية حديثه على الانتقالات المرنه وتطبيقها لتسهيل الحساب المباشر لردود الفعل عند نقط ارتكاز الاعتاب المستمرة وقد نشرت فى مجلة الاكاديمية المذكورة فى ١٣ يوليهسنة ١٩١٤ وهذه النظريه تجعلنا نحول مباشرة الحسابات لردود الفعل عند نقط ارتكاز عيب ممتد (من جانب ما) موضع وضعا حرا على نقط مختلفة المناسيب الى حل مجموعة معادلات خطية مدرجة مثل معادلات عزم الانحناء على نقط الارتكاز

وبهذه الطريقة يكفى وضعين غير مربوطين للحصول على ردود الفعل بطريقة تخطيطيه بدون حاجة ألى المرور بحساب العزم كالمعتاد

وغير ذلك أذا عرف خطى التأثير للانتقالات الرأسيه فى نقطتين من العتب المستمر بغرض حذف الركائز المتوسطة فأن هذه النظرية تكفى لحساب ردود الفعل وعزم الانحناء عند نقط الارتكاز بانشاء تخطيطى غاية فى السهولة لخط التأثير للانتقالات الرأسية عند أى نقطه محصورة بين هاتين النقطتين

وقد ظهرت فى الجريدة الرسمية للحكومه الفرنسيه فى ١٧ يوليه سنة ٩١٤ النبذة الآتية بخصوص النظرية المذكورة

عرض المسيو بول آبل فى اكاديمية العلوم بباريس بجلستها المنعقدة تحت رئاسته بتاريخ ١٣ يوليه سنة ١٩٤ هذه السطور القيمة عن العمل المهم الآتى

(حسابات مقاومة المواد)

لفت الرئيس المسيو بول آبل نظر المجمع العلمى بوجه خاص الى بحث رياضى يبين فيه المواضع الاكثر فائدة وأهميتها للمهندسين المنشأين للكبارى المعدنية فقال : — ان هذا المؤلف الذى وضعه أحد تلاميذ مدرستنا المشهورين القدماء (فريد بولاد) المهندس بالسكة الحديد المصرية والذى عنوانه (نظرية على الانتقالات المرنة وعلى تطبيقاتها لتسهيل الحساب المباشر لردود الفعل عند نقط ارتكاز الاعتاب الممتدة)

قد سهل بدرجة كبيرة حسابات الكبارى المعدنية ذات الفتحات المستمرة

وليس هذا أول عمل اتى به المؤلف لانه قدم للمجمع العلمى (الذى قدر اعماله تقديرا عاليا) عدة مذكرات مفيدة علمية في التطبيقات المهمة لطرق النوغرافيا التى عملها أحد اساتذته القدماء المسيو دوكانى بمدرسة الكبارى والجسور .

القينا فى مؤتمر الهافر المذكور الذى عقد فى سنة ١٩١٤ تحت اشراف الجمعية الفرنسية لتقدم العلوم محاضرة عنوانها (حسابات الاعتاب المستمرة) نشرت فى ملخص جلسات هـــذا المؤتمر ولقد شرحنا الآتى بالتفاصيل : —

أولا — برهنة نظريتنا المذكورة فى الانتقالين المرنين الخطين التى ظهرت فى اكاديمية العلوم وكذلك نظرية أخرى فى الانتقالين المرنين الزاويين

ثانياً — تطبيق النظرية الاولى على انشاء خطوط التأثير للانتقالات الرأسية فى نقطة من عتب ذو فتحة واحدة اذا عرف خطى التأثير لتلك الانتقالات عند أى نقطتين تحصر بينها النقط المذكورة

ثالثاً — تطبيق هاتين النظرتين على حساب ردود الفعل عند نقط الارتكاز وعزم التثبيت فى الحالة العمومية لعتب مستمر مهما كان نوع جداره متكئاً على نقط الارتكاز بعضها مثبت بزوايا معلومة

وبين مباحثنا عن الاعتاب المستمرة نورد مذكرتنا المعنونة (طريقة هندسية حديثة لتعيين الجهود التى تنشأ فى عتب مستمر مستقيم) التى ظهرت في مجلة جينى سيفل لسنة ١٩٠٤ المذكورة اعلاه

سابعا — مباحث فى تقدير وبيان توزيع الجهود والتغيرات

الشكلية حول نقطة فى جسم مرن

قدمنا فى يولية سنة ١٩٢٢ لاكاديمية العلوم بباريس رسالة عنوانها (فى المباحث الهندسية للجهود الداخلية وللانتقالات حول نقطة فى

جسم مرن) وقد ظهرت هذه الرسالة فى ملخص الاكاديمية المذكورة وهى تشمل ثلاثة بيانات هندسية كروية للجهود وللانتقالات المذكورة

البيان الاول — يسمح بايجاد بطريقة سهلة (بواسطة كرة ك محددة بالنسبة الى ثلاثة محاور م س ص ع و يقع مركزها فى المستوى س م ع) الشدود المائلة على وحدة السطح ومركباتها العمودية والمماسة ن و ت التى تؤثر على الجزئيات المختلفه المارة بنقطة م فى جسم مرن متغير شكله وفى حالة توازن تحت تأثير أى قوى والاجناس الثلاثة المختلفة للشدود المذكورة و ن و ت بالنسبة لمساحة جزئيه ن ه مارة بنقطة م ممثلة على التوالى فى المقدار والاتجاه بالنسبة للمستوى ص م ع (الذى تقع فيه هذه المساحة الجزئيه) وبالكمية الهندسيه م ء من نقطة محدودة من هذه الكرة ك ومساقط هذه الكمية على المحور م س والمستوى ص م ع

وتكفى معرفة اثنين من الزوايا الثلاث التى يعملها العمودى على المساحة الجزئية مع الثلاث محاور الرئيسيه م ا ب ج فى نقطة م للحصول مباشرة بواسطة هذه الكرة ك₁ على الشدود ى ر ون و ت بالنسبة لهذه المساحة الجزئيه

والبيان الثانى يعطى الشدود المائلة مقدرة فى اتجاه ما محدود م ن₂

بالكمية الهندسيه م التى تبتدىء من نقطة أصل واحدة وتقع نهايته على كرةك ٢ تمر بنقطة الاصل المذكورة وكذلك يعطى البيان الثالث بطريقة مشابهة لكرةك ٣ بواسطة كميات هندسيه لكرة ثالثه التاثيرات المرنة فى أى نوع كان (انتقالات أو جهود داخلة) تقديرها حسب اتجاه معين ثابت ـ س التى تتولد حول نقط ـ ص جسم مرن مقيدة بروابط خارجيه كاملة تحت تاثير قوة ثابتة ـ ١ موقعة باتجاهات مختلفه فى نقط أخرى محدودة ا فى هذا الجسم وقد تكلم المسيو دوكانى عن هذه الرسالة فى أكاديمة العلوم (الجريدة الرسمية للجمهورية الفرنسية بعددها الصادر فى ٢١ يوليو سنة ١٩٢٢) وقدلفت العلامة المسيو دوكانى نظر المجمع العلمى نبوغ خاص الى بحث عالم مصرى الى عظيم الشان فى الاستدلال الهندسى للقوى الداخلية والتنقلات التى تقع حول قطعة فى جسم مرن وقد عرض المؤلف وهو فريد بولاد ثلاث بيانات جديدة هندسية كرويه تنطبق على هذه المسالة

وقد القينا أيضا فى مؤتمر مونبليه الذى عقد فى سنة ١٩٢٢ تحت اشراف جمعية تقدم العلوم الفرنسيه محاضرة عنوانها (فى بيان وتقدير الجهود والتغيرات الشكليه حول نقطة فى جسم مرن) وقد نشرت هذه المحاضرة فى ملخص جلسات هذا المؤتمر وهى تشمل شرحا مفصلا للثلاث بيانات الكروية المتقدمة وبراهينها وتطبيقاتها على تعيين التاثيرات المرنة من أى شغل كانت حول نقطة وقد نشرت جريدة الطان بعددها الصادر فى ٢١ يوليو سنة ١٩٢٢ الكلمات الآتية بخصوص ذلك فى قسم الرياضيات والفلك التى فريد بولاد المهندس بالحكومة

المصريه واخذ أعضاء المجمع العلمى المصرى محاضرة نفيسه بسط فيها بيان تعيين الجهود والتغيرات الشكليه التى تقع حول نقطةفى قدم مرن وقد تمكن بواسطة طريقه بذيعه ابتكرها من تحويل البحث عن التاثيرات المرنة من أى نوع حول نقطة معينه فى جسم ذى شكل متغير الى الى تعيين هندسى بسيط ومباشر على كرة تصورها

ثامنا — حساب جهود القضبان الزائدة في الاعتاب والاقواس الشبكية الغير معينة استاتيكيا فى الداخل

القينا في موءتمر الدولى باستراس برج سنة ١٩٢٠ محاضرة عنوانها (نظرية حديثة لحساب جهود القضبان الزائدة والاقواس الشبكية ذات القوائم وصلبان سنت اندرية) وقدظهرت هذه المحاضرة فى ملخص جلسات هذا الموءتمر وفى مجلة الهندسة عدد يناير سنة ١٩٢٢

الطرق والقوانين المستعملة لتعيين جهود اعضاء الاعتاب والاقواس المذكورة ذات الاربطة الداخلية الغير معينة بحل الاستاتيك ليست عملية على الخصوص فى حالة ما يراد البحث عن الجهود العظمى لهذه الاعضاء متى تأثرت باحمال عارضة أو متحركه

فقد شرحنا فى مذكرتنا هذه نظرية جدية اقترحنا تسميتها بنظرية الجهدين المقترنين ويمكن لسهولة بواسطة هذه النظرية حساب جهود القيضان الزائدء فى المنشئات المذكورة وشرحنا هذه النظرية بطريقه بسيطه مبنيه على قاعدتى التناسب والتطبيق للقوى وتأثيرتها المرنة وكذا قاعدة المقابلة لهذه التأثيرات

قد ذكرت هذه النظرية فى التقرير الآتى الذى ظهر فى مجلة

اكاديمية العلوم بتاريخ شهر ديسمبر سنة ١٩٢٢

التحق فريد بولاد عضو المجمع العلمى المصرى بخدمة قلم كبارى السكه الحديد المصريه منذ اكثر من خمسة وعشرين سنة ولم يقتنع بما مارسه من الطرق التى درسها فى مدرستنا الكبارى والجسور بل اراد تكميلها باستنباط طرق تخطيطيه ومباحث ماخوذة من النمرغرافيا

وقد وجه عناية خاصه للاشياء التى لا تحل بالاستاتيكا وقد أورد فى محاضرة هامة سماها (الجهود المقترنه) وقد نشا منها تسهيلات ذات قيمه كبيرة وقد كان للهندسه النظريه التى وضعها المهندس فريد بولاد فى مذكرات مفيدة من الاهمية ماجعلها تستلفت انظار المشتغلين بالهندسه واخصهم جاستون داربو

وقد وزع فريد بولاد بذور العلوم الفرنسية فى بلاده وترى اللجنه ضرورة منحه جائزة مونتيون للميكانيكا لسنة ١٩٢٢ وقد وافق المجمع العلمى على اقتراح اللجنة

وقبل النهايه أقدم تشكراتى لسعادة رئيس جمعيتنا وحضرات اعضاء مجلسها وزملائى المهندسين لاهتمامهم بسماع محاضرتى التى أوردت فيها المذكرات والمجلات التى نشرت مباحثنا لتكون عونا لمن يريد الاشتغال بالمواضيع المتقدمه التى لم تتداولها أيدى المهندسين وقد ذكرت نبها تقديرات الاساتذة والجمعيات العلميه لتشجيع كل من يميل الى التوسع فى الفنون التى لم تزل بلادنا مفتقرة اليها ولتوطيد الامل فى مهندسينا الحديثين أن يأتوا بما يرفع شان البلاد ويقوى مركزها العلمى بين ممالك أوربا

فريد بولاد

مطبعة أبي الهول بشارع محمد علي بالقاهرة
بجوار دار الكتب الخديوية لصاحبها عثمان فهمي